

**STUDI STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN  
*BUTT JOINT* PADA MAETERIAL BAJA KARBON DENGAN LAS  
KARBIT (*OXY-ACETYLENE WELDING*)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**FAJAR SIDIK ATTAMIMI**

**D 200 140 243**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**STUDI STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN  
*BUTT JOINT* PADA MAETERIAL BAJA KARBON DENGAN LAS  
KARBIT (*OXY-ACETYLENE WELDING*)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

**Oleh:**

**FAJAR SIDIK ATTAMIMI**  
**D 200 140 243**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:**

Dosen

Pembimbing



**Joko Sedyono, ST, M.Eng. Ph.D**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN  
BUTT JOINT PADA MAETERIAL BAJA KARBON DENGAN LAS  
KARBIT (OXY-ACETYLENE WELDING)**

**OLEH**

**FAJAR SIDIK ATTAMIMI**

**D 200 140 243**

**Telah dipertahankan dan di depan Dewan Penguji**




**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Rabu, 10 April 2019**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

- |  |  |
|--|--|
| <b>1. Joko Sedyono, ST,M.Eng. Ph.D</b><br><b>(Ketua Dewan Penguji)</b>       | (.....)<br> |
| <b>2. Wijianto, ST, M.Eng.Sc</b><br><b>(Anggota I Dewan Penguji)</b>         | (.....)<br>  |
| <b>3. Tri Widodo BR, ST, M.Sc, Ph.D</b><br><b>(Anggota II Dewan Penguji)</b> | (.....)<br> |



**Dekan**

**Ir. H. Sri Sunarjono, MT.,Ph.D**

**NIK.682**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Mei 2019

Penulis



**FAJAR SIDIK ATTAMIMI**

**D 200 140 243**

**STUDI STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN  
BUTT JOINT PADA MATERIAL BAJA KARBON DENGAN LAS  
KARBIT (OXY-ACETYLENE WELDING)**

**Abstrak**

Berdasarkan definisi dari Duetch Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Pada saat ini teknik pengelasan telah digunakan atau berkembang secara luas dalam penyambungan pada konstruksi bangunan dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi pengelasan ini disebabkan adanya keunggulan - keunggulan pengelasan. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis sambungan butt joint pada material baja karbon ST37 dengan pengelasan oksi-asitilin menggunakan variasi jarak gap 1,6 mm, 2 mm dan 2,4 mm. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan material plat baja ST37 mengandung beberapa komposisi yang tinggi yaitu Besi (Fe) 98.92%, Mangan (Mn) 0.6564%, Silicon (Si) 0.1690%, Carbon (C) 0.1400%, dan Aluminium (Al) 0.0404%. Pada pengujian tarik yang dilakukan kekuatan tertinggi yaitu gap 1,6 mm sebesar 23,540 kgf/mm<sup>2</sup>, untuk kekuatan tarik terendah yaitu gap 2,4 mm dengan nilai 23,255 kgf/mm<sup>2</sup>. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui fasa yang terdapat pada daerah las, HAZ, dan Base Metal. Pada pengujian kekerasan mikro Vickers dihasilkan nilai kekerasan paling tinggi pada daerah las yaitu gap 1,6 mm sebesar 197,50 VHN, sedangkan yang kekerasan terendah terjadi pada Base Metal dengan jarak gap 2,4 mm dengan nilai 93,2 VHN.

**Kata Kunci :** Butt Joint, Pengelasan Oksi-asitilin, gap.

**Abstract**

Based on the definition of the Duetch Industrie Normen (DIN) welding is a metallurgical bond on a metal or alloy metal joint that is carried out in a melted or liquid state. At this time welding techniques have been used or developed extensively in connection with building construction and machine construction. The breadth of use of welding technology is due to the advantages of welding. The purpose of this study was to determine the physical and mechanical properties of butt joint joints on ST37 carbon steel material with oxy-acetylene welding using a variation of 1.6 mm, 2 mm and 2.4 mm gap distances. Based on the results of research carried out ST37 steel plate material containing several high compositions namely Iron (Fe) 98.92%, Manganese (Mn) 0.6564%, Silicon (Si) 0.1690%, Carbon (C) 0.1400%, and Aluminum (Al) 0.0404 %. In the tensile test the highest strength is the 1.6 mm gap of 23.540 kgf/mm<sup>2</sup>, for the lowest tensile strength of 2.4 mm gap with a value of 23.255 kgf/mm<sup>2</sup>. Microstructure testing aims to determine the phases found in the weld area, HAZ, and Base Metal. The Vickers micro hardness test produced the highest hardness value in the

weld area, namely gap 1.6 mm by 197.50 VHN, while the lowest hardness occurred in the Base Metal with a gap of 2.4 mm with a value of 93.2 VHN.

**Keywords:** Butt Joint, Oxy-Acetylene Welding, gap.

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini teknik pengelasan telah digunakan atau berkembang secara luas dalam penyambungan pada konstruksi bangunan dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi pengelasan ini disebabkan adanya keunggulan - keunggulan pengelasan. Teknik penyambungan menggunakan mesin pengelasan ini menjadikan konstruksi lebih ringan dan proses pembuatannya lebih sederhana sehingga secara keseluruhan biaya yang dikeluarkan menjadi lebih sedikit. Kemudian karena perkembangan yang semakin pesat dalam mempermudah pekerjaan, maka dalam dunia pengelasan dapat dikatakan hampir tidak ada logam yang tidak dapat disambung atau di las dengan mesin pengelasan pada saat ini (Wiryosumarto, 2000).

Sering kali pada penelitian yang telah dilakukan yaitu mengetahui sifat fisis suatu logam bertujuan untuk menentukan bagaimana keadaan logam itu apabila mengalami peristiwa fisika, misalnya keadaan waktu terkena panas dan pengaruh listrik. Karena pengaruh panas yang diterima pada suhu, bahkan akan mencair atau hanya mengalami perubahan bentuk dan ukuran. Pada pengujian sifat fisis untuk mengetahui kandungan komposisi kimia dan metalografi terhadap material baja karbon. Sifat mekanis menyatakan kemampuan suatu logam untuk menerima beban atau gaya. Beberapa sifat-sifat mekanik yaitu kekuatan (*strength*), kekerasan (*hardness*), kekenyalan (*elasticity*), plastisitas (*plasticity*), ketangguhan (*toughness*), mulur (*creep*). Sambungan tumpul (*butt joint*) merupakan jenis sambungan yang paling efisien, karena jenis sambungan ini mampu membentuk penetrasi penuh sehingga bentuk alur dalam sambungan tumpul (*butt joint*) sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan sambungan. Karena itu pemilihan bentuk alur sangatlah penting (Wiryosumarto, 2000).

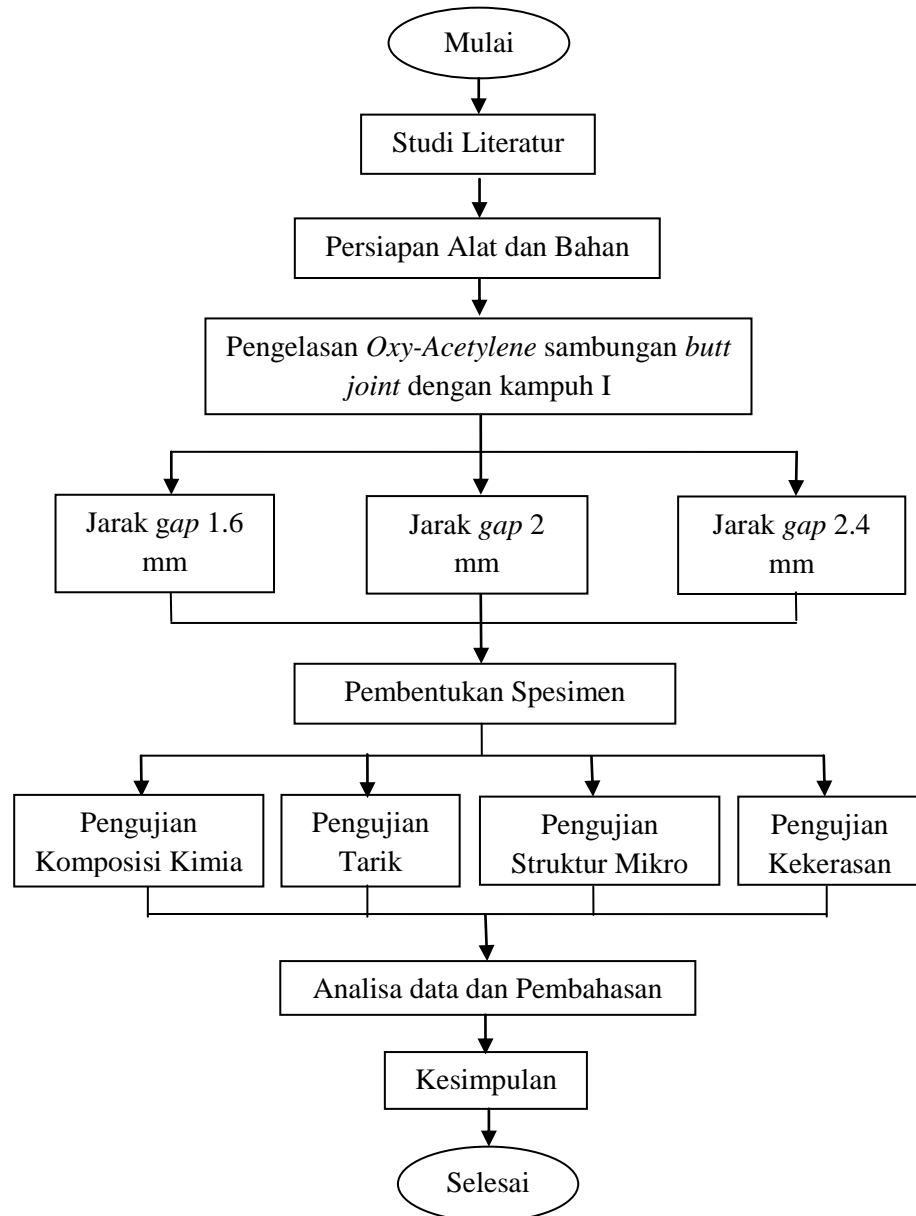
Baja karbon terdiri dari besi dan karbon, yang mengandung unsur karbon anantara 0,3 % sampai 1,7 %. Pada umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon sedikit unsur paduan lainnya. Baja karbon disebut juga baja mesin karena mengandung sejumlah elemen atau unsur seperti mangan (Mn), fosfor (P), silikon (Si), dan lain-lain sebagainya. Salah satu baja karbon yang mengandung unsur karbon kurang dari 0,3 % yaitu baja karbon rendah (*low carbon steel*). Baja karbon rendah sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa gedung, jembatan pagar dan lain-lain (Prasetyawan, 2016).

Pemakaian logam *ferrous* baik baja maupun besi cor dengan karakteristik dan sifat yang berbeda membutuhkan adanya suatu penanganan yang tepat sehingga implementasi dari penggunaan logam tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada, khususnya baja. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan disebabkan karena baja karbon rendah memiliki keuletan tinggi dan mudah *dimachining*, tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus (Masyrukan, 2006).

Las *Oxy-Acetylene* (las asetilin) merupakan pengelasan dimana permukaan yang akan disambung mengalami pemanasan sampai mencair oleh nyala api (*flame*) yang dihasilkan dari pembakaran gas asetilin dan oksigen. Jenis pengelasan ini masih sering dijumpai di masyarakat karena selain keperluan pengelasan (penyambungan) juga dapat digunakan sebagai *preheating*, *brazing*, dan *cutting*. Penggunaan untuk produksi, pekerjaan lapangan (*field work*), dan reparasi (*repair & maintenance*). Dalam pengaplikasiannya hasil las asetilin sangat memuaskan jika dibandingkan las listrik (SMAW) untuk pengelasan baja karbon, terutama lembaran tipis logam (*sheet metal/plate*) dan pipa-pipa berdinding tipis. Meskipun demikian pemilihan bahan tambahan (*filler*) harus sesuai dengan bahan dasar (*parent material*) untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti *stress cracking* (retak tegangan), *crystal growth* (pertumbuhan kristal) dan sebagainya (Sriwidharto, 2006).

## 2. METODE

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### i. Alat

1. Tabung gas oksigen
2. Tabung gas acetilin



3. Regulator
  4. Selang gas dan blander las
  5. Pemantik api las/korek api
  6. Logam pengisi */filler*
  7. Gerinda
  8. Jangka Sorong
  9. Amplas
  10. Sikat kawat
  11. Tang
  12. Sarung Tangan
- ii. Bahan
1. Plat baja ST37
  2. Cairan  $\text{HNO}_3$
  3. Resin
  4. Autosol
  5. Kain bludru

### **2.3 Langkah – langkah Penelitian**

Langkah - langkah penelitian antara lain :

- a. Mempersiapkan alat dan bahan.
- b. Melakukan proses pengelasan dengan tipe sambungan *butt joint* variasi jarak *gap* 1,6 mm, 2 mm, dan 2,4 mm.
- c. Memeriksa hasil pengelasan.
- d. Pemotongan specimen untuk uji tarik dengan standar ASTM E8, pembuatan spesimen uji struktur mikro dan uji kekerasan.
- e. Melakukan Pengujian komposisi kimia.
- f. Melakukan pengujian tarik.
- g. Masukan specimen ke dalam cetakan dan di resin.
- h. Melakukan proses pemolesan menggunakan autosol dan kain bludru.
- i. Melakukan proses etsa.
- j. Melakukan pengujian struktur mikro

- k. Melakukan pengujian kekerasan mikro *Vickers*.
- l. Pengujian selesai.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

##### 3.1.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan mesin spectrum komposisi kimia Optical Emission Spectrometer dan memberikan hasil pembacaan secara otomatis kandungan komposisi kimia pada material dasar yaitu Plat Baja ST37 yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Komposisi Plat Baja Karbon ST37

UNSUR	%
Fe	98,92
Mn	0,6564
Si	0,1690
C	0,1400
Al	0,0404
P	0,0099
S	0,0077
Cu	0,0063
Cr	0,0063
Nb	0,0020
V	0,0020
Co	0,0015
Ti	0,0014
Ni	0,0014
W	0,0000

##### 3.1.2 Hasil Pengujian Tarik

Pada tabel di bawah ini menunjukkan hasil pengujian tarik dari hasil pengelasan oksasi asetilin dengan sambungan *butt joint* menggunakan material plat baja ST37

tebal 3 mm dengan logam pengisi/*filler* Standar AWS A5.18 ER70S-G. Pada penelitian ini di dapatkan hasil pada Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Uji Tarik *gap* 1,6 mm

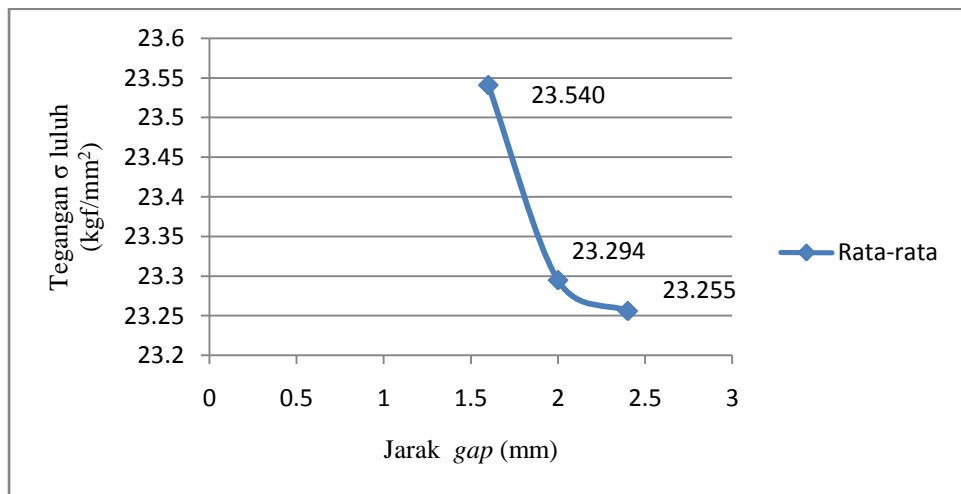
Spesimen	F (kgf)	Lo (mm)	Lf (mm)	A (mm)	$\sigma$ (kgf/ mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	E (kgf/ mm <sup>2</sup> )
1	925	90	92,5	38,1	24,27	0,027	874,015
2	890	90	97,8	39	22,82	0,086	263,316
Rata-rata	907.5	90	95,15	38,55	23,54	0,057	568,664

Tabel 3 Hasil Uji Tarik *gap* 2 mm

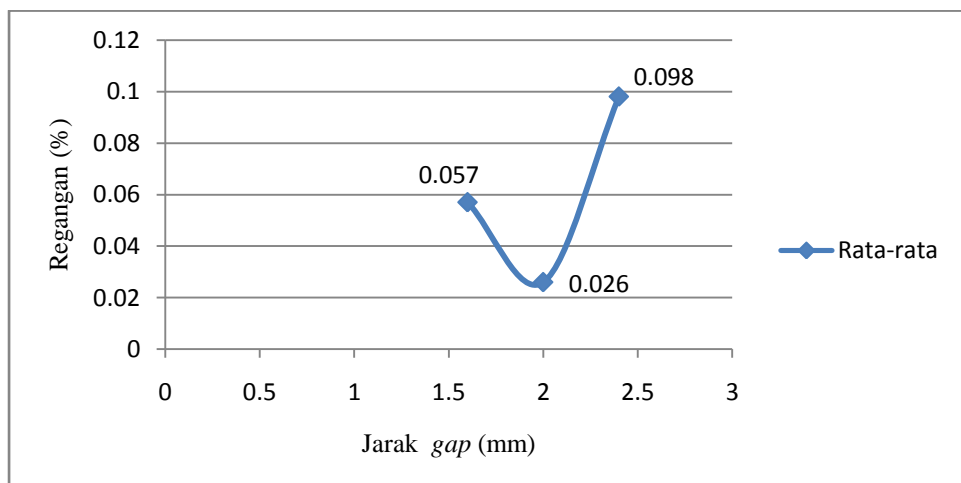
Spesimen	F (kgf)	Lo (mm)	Lf (mm)	A (mm)	$\sigma$ (kgf/ mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	E (kgf/ mm <sup>2</sup> )
1	880	90	92,5	38,7	22,73	0,027	818,60
2	930	90	92,2	39	23,84	0,024	975,52
Rata-rata	905	90	92,35	38,85	23,29	0,026	897,06

Tabel 4 Hasil Uji Tarik *gap* 2,4 mm

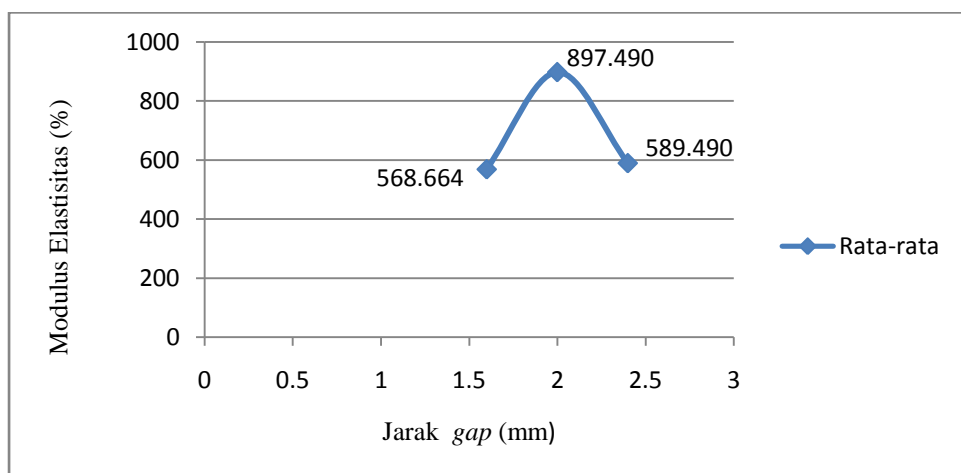
Spesimen	F (kgf)	Lo (mm)	Lf (mm)	A (mm)	$\sigma$ (kgf/ mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	E (kgf/ mm <sup>2</sup> )
1	900	90	92	38,7	23,25	0,022	1046,511
2	900	90	105,8	38,7	23,25	0,175	132.469
Rata-rata	900	90	98,9	38,7	23,25	0,098	589,490



Gambar 2 Grafik Perbandingan Tegangan



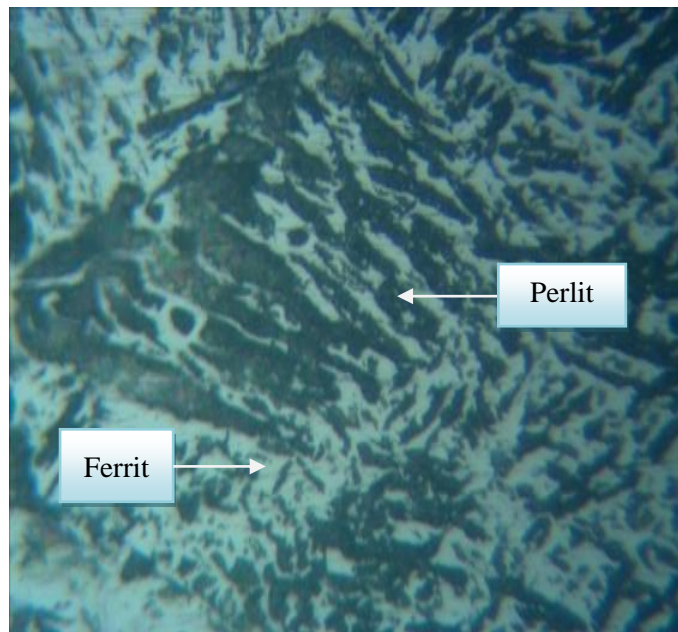
Gambar 3 Grafik Perbandingan Regangan



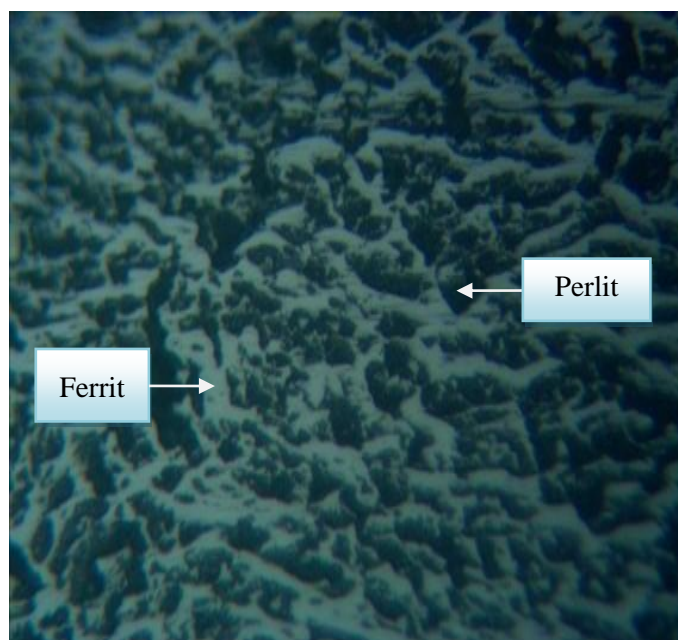
Gambar 4 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas

### 3.1.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro

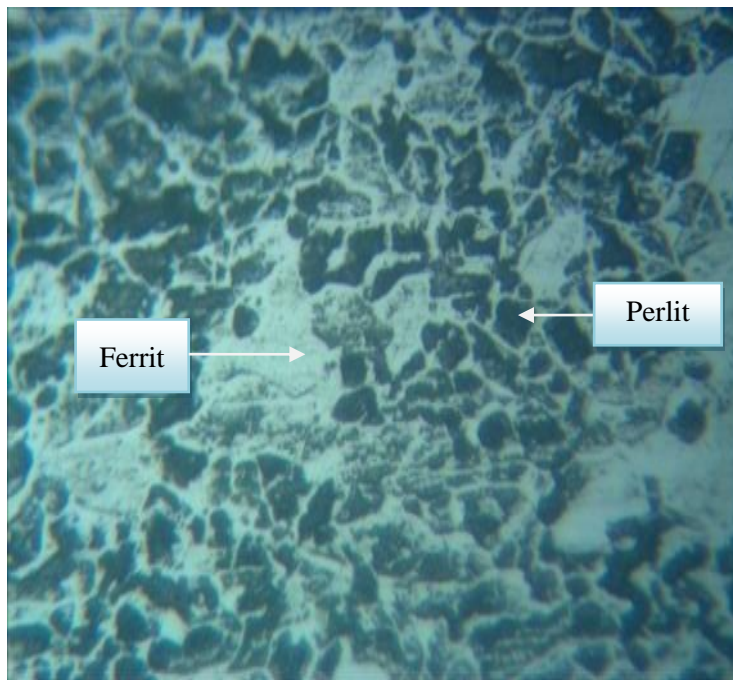
Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui daerah las (*Welding Area*), daerah terpengaruh panas *HAZ* (*Heat Affected Zone*) dan daerah logam induk (*Base Metal*). Berikut ini adalah gambar hasil pengujian struktur mikro.



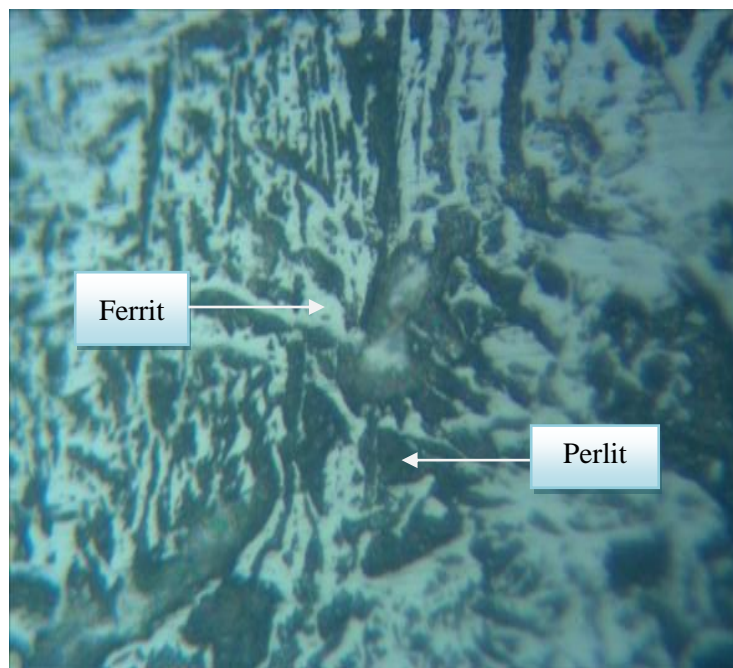
Gambar 5 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 1,6 mm  
pada bagian Las perbesaran 500x



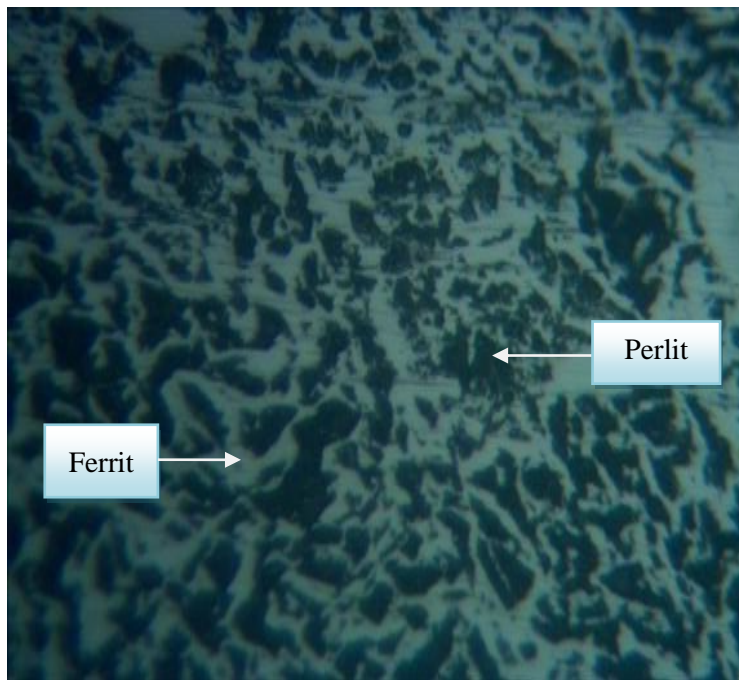
Gambar 6 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 1,6 mm  
pada bagian *HAZ* perbesaran 500x



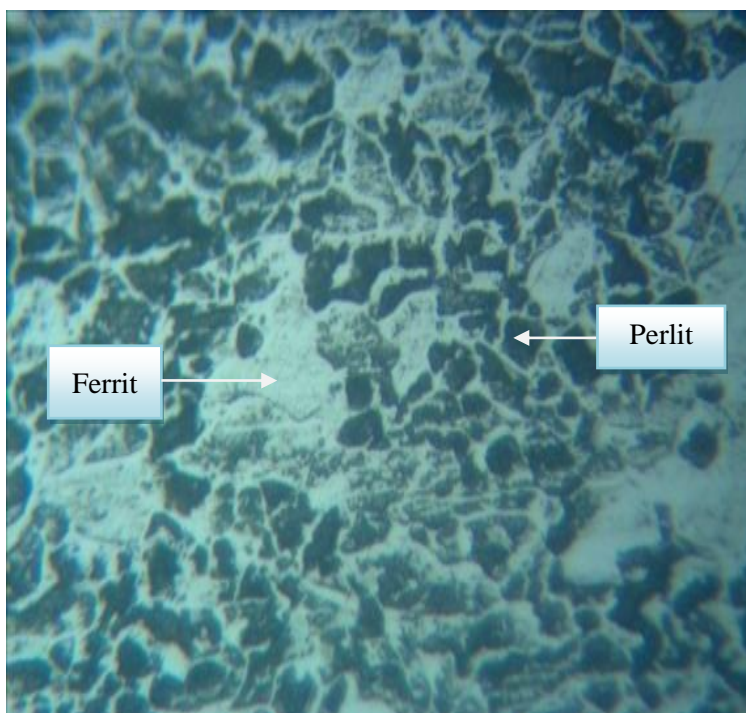
Gambar 7 Hasil Uji Struktur Mikro gap 1,6 mm  
pada bagian *Base Metal* perbesaran 500x



Gambar 8 Hasil Uji Struktur Mikro gap 2 mm  
pada bagian Las perbesaran 500x

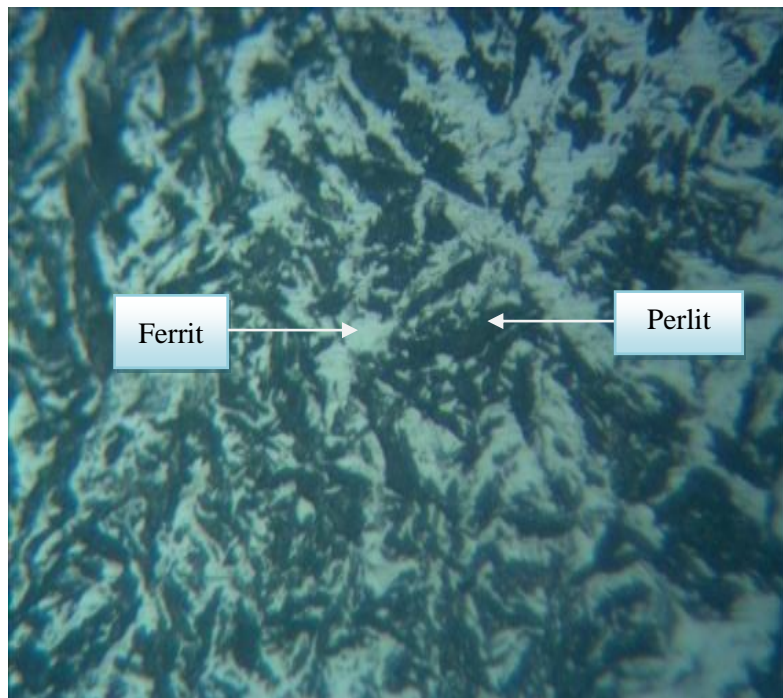


Gambar 9 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 2 mm  
pada bagian *HAZ* perbesaran 500x

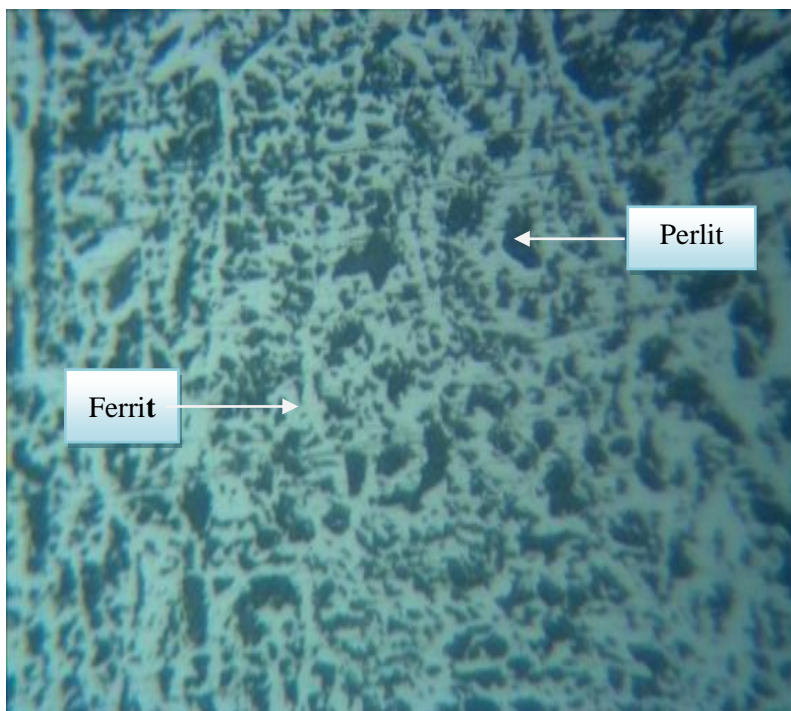


Gambar 10 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 2 mm  
pada bagian *Base Metal* perbesaran 500x



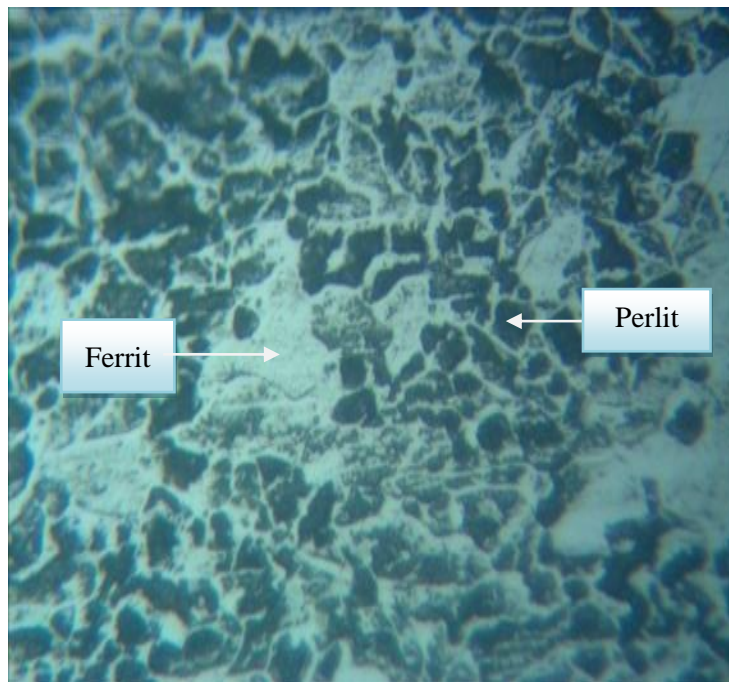


Gambar 11 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 2,4 mm  
pada bagian Las perbesaran 500x



Gambar 12 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 2,4 mm  
pada bagian *HAZ* perbesaran 500x





Gambar 13 Hasil Uji Struktur Mikro *gap* 2,4 mm  
pada bagian *Base Metal* perbesaran 500x

#### 3.1.4 Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

Kekerasan permukaan material dapat diuji dengan menggunakan metode mikro *Vickers Hardness Test*. Pada uji mikro *Vickers* menggunakan 5 titik sample setiap specimen dengan beban (P) sebesar 9,808 N dan waktu pembebanan selama 15 detik. Dalam pengujian dipakai piramid diamond dengan sudut bidang duanya  $136^\circ$  sebagai penekan dan dapat diperoleh nilai kekerasan antara lain :

Tabel 5 Hasil Uji Kekerasan dengan *gap* 1,6 mm

No.	Bagian	Jarak (mm)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d rata-rata	Kekerasan (VHN)
1.	LAS	2	96,25	97,50	96,875	197,50
2.	<i>HAZ</i>	2	121,28	124,56	122,92	123,1
3.	<i>Base Metal</i>	2	131,78	132,56	132,17	106,7

Tabel 6 Hasil Uji Kekerasan dengan *gap* 2 mm

No.	Bagian	Jarak (mm)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d rata-rata	Kekerasan (VHN)
1.	LAS	2	100,13	101,63	100,88	182,3
2.	<i>HAZ</i>	2	124,75	128,37	126,56	116,05
3.	<i>Base Metal</i>	2	136,84	136,38	136,61	99,45

Tabel 7 Hasil Uji Kekerasan dengan *gap* 2,4 mm

No.	Bagian	Jarak (mm)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d rata-rata	Kekerasan (VHN)
1.	LAS	2	123	123,57	123,28	122,1
2.	<i>HAZ</i>	2	129,16	128,69	128,92	112,1
3.	<i>Base Metal</i>	2	142,37	118,25	130,31	93,2

### 3.2 Pembahasan

#### 3.2.1 Pembahasan Uji Komposisi Kimia

Hasil dari pengujian komposisi kimia pada plat baja karbon ST37 dapat diartikan bahwa material tersebut merupakan plat baja karbon rendah ( $<0,30\%C$ ), dengan penyusun utama Besi (Fe) sebesar 98,92% berpengaruh pada kekuatan dan kekerasan. Mangan (Mn) sebesar 0,6564% untuk memperbaiki dan meningkatkan kekuatan, kekerasan dan keuletan. Silicon (Si) sebesar 0,1690% menambah kekuatan baja. Nikel (Ni) sebesar 0,0014% meningkatkan sifat keuletan dan tahan karat. Tembaga (Cu) sebesar 0,0063% mempunyai sifat menghantar listrik yang tinggi, daya hantar panas dan tahan karat. Karbon (C) sebesar 0,1400% menambah kekerasan baja. Kobalt (Co) sebesar 0,0015%

meningkatkan sifat kekerasan, tahan aus, tahan panas dan kemagnetan. Niobium (Nb) sebesar 0,0020% meningkatkan sifat mekanis pada suhu tinggi. Sulfat (S) 0,0077% meningkatkan sifat mampu mesin. Wolfram (W) 0,0000% meningkatkan kekerasan dan keliatan. Vadium (V) sebesar 0,0020% memperbaiki kekuatan tarik. Khrom (Cr) sebesar 0,0060% meningkatkan kekuatan tarik, tahan korosi, serta tahan pada suhu tinggi. Titanium (Ti) sebesar 0,0014% pembentukan ferit dan kerbida. Phospor (P) sebesar 0,0099% menjadikan baja lebih getas. Aluminium (Al) 0,404% meningkatkan keuletan, mampu mesin dan tahan karat.

### 3.2.2 Pembahasan Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa dengan variasi jarak *gap* pada pengelasan akan berpengaruh pada kekuatan tarik diantaranya pada jarak *gap* 1,6 mm memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi sebesar 23,540 kgf/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah didapatkan pada jarak *gap* 2,4 mm yaitu 23,255 kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai tertinggi disebabkan karena jarak *gap* yang cukup kecil berpengaruh terhadap kekuatan tarik, untuk nilai kekuatan tarik terendah disebabkan karena *gap* yang cukup lebar sehingga pendinginan sedikit lambat yang mengakibatkan kekuatan tarik yang dihasilkan rendah. Ketiga variasi *gap* juga sama berpengaruh terhadap regangan, di dapatkan hasil regangan tertinggi pada jarak *gap* 2,4 mm yaitu sebesar 0,098 %, sedangkan *gap* 1,6 mm sebesar 0,057 % dan terendah pada *gap* 2 mm yaitu 0,026 %. Modulus elastisitas ialah nilai ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda tersebut. Berdasarkan grafik diatas nilai modulus elastisitas pada *gap* 2 mm paling tinggi nilainya yaitu sebesar 897,064 kgf/mm<sup>2</sup> dan yang paling rendah terjadi pada jarak *gap* 1,6 mm yaitu 568,664 kgf/mm<sup>2</sup>.

### 3.2.3 Pembahasan Uji Struktur Mikro

#### a. Pembahasan Struktur Mikro dengan *gap* 1,6 mm

Dari hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan pada jarak *gap* 1,6 mm dapat diketahui bahwa fasa apa saja yang terjadi pada hasil pengelasan yang

dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah las, *HAZ*, dan *Base Metal*. Pada Gambar 5 sampai Gambar 7 yang terjadi pada daerah las terdapat *Perlit* dan *Ferrit* yang cukup seimbang dan berukuran lebih besar. Hal ini dipengaruhi oleh jarak *gap* yang kecil, sehingga saat proses pengelasan panas yang dihasilkan lebih sempurna menyebabkan nilai kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan daerah *HAZ* dan *Base Metal*.

b. Pembahasan Struktur Mikro dengan *gap* 2 mm

Dari hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan pada jarak *gap* 2 mm dapat diketahui bahwa fasa yang terjadi pada hasil pengelasan dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah las, *HAZ*, dan *Base Metal*. Pada Gambar 8 sampai Gambar 10 yang terjadi pada daerah las terdapat fasa *Perlit* yang lebih banyak dan berukuran lebih besar. Hal ini menyebabkan nilai kekerasan pada daerah las yang tinggi, sedangkan nilai kekerasan pada daerah *HAZ* menurun karena terdapat *Ferrit* yang lebih banyak dibandingkan *Perlit*.

c. Pembahasan Struktur Mikro dengan *gap* 2,4 mm

Dari hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan pada jarak *gap* 2,4 mm dapat diketahui bahwa fasa yang terjadi pada hasil pengelasan yaitu daerah las, *HAZ*, dan *Base Metal*. Pada Gambar 11 sampai Gambar 13 yang terjadi pada daerah las terdapat *Perlit* dan *Ferrit* yang cukup seimbang. Hal ini menyebabkan nilai kekerasan pada daerah las yang paling tinggi dibandingkan dengan daerah *HAZ* dan *Base Metal*. Namun jika dibandingkan dengan jarak *gap* 1,6 mm dan 2 mm fasa *Ferrit* pada daerah las, *HAZ* dan *Base Metal* dengan jarak *gap* 2,4 mm terlalu banyak, hal ini lah yang mengakibatkan menurunnya nilai kekerasan pada daerah las, *HAZ* dan *Base Metal*.

### 3.2.4 Pembahasan Uji Kekerasan *Vickers*

Setelah melakukan pengujian kekerasan dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi didapatkan titik pertama pada bagian las dengan jarak *gap* 1,6 mm yaitu 197,50 VHN disebabkan karena fasa *Ferrit* dan *Perlit* yang cukup seimbang dan berukuran lebih besar dibandingkan *gap* 2 mm dan *gap* 2,4 mm. Sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada bagian *Base Metal* dengan jarak *gap* 2,4 mm

yaitu 93,2 VHN yang disebabkan oleh pendinginan yang terlalu cepat sehingga banyaknya fasa *Ferrit* pada *Base Metal* yang bersifat lunak, hal ini mengakibatkan nilai kekerasan yang didapat paling rendah.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil uji komposisi yang dilakukan material plat baja karbon rendah mengandung beberapa komposisi yang tertinggi yaitu Besi (Fe) 98.92 %, Mangan (Mn) 0.6564 %, Silicon (Si) 0.1690 %, Carbon (C) 0.1400%, dan Aluminium (Al) 0.0404 %.
- b. Pada pengujian tarik plat baja ST37 yang diketahui tegangan tarik tertinggi didapat pada jarak *gap* 1,6 mm sebesar 23,540 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan regangan tertinggi terjadi pada jarak *gap* 2,4 mm yaitu sebesar 0,098 %, dan modulus elastisitas tertinggi pada *gap* 1,6 mm sebesar 897,064 kgf/mm<sup>2</sup>.
- c. Hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan dengan jarak *gap* 1,6 mm menunjukkan bahwa pada bagian daerah las, *HAZ* dan *Base Metal* terdapat *Perlit* dan *Ferrit* yang cukup seimbang dan berukuran lebih besar dibandingkan pada *gap* 2 mm dan *gap* 2,4 mm. Hal ini dipengaruhi oleh jarak *gap* yang kecil, sehingga saat proses pengelasan panas yang dihasilkan lebih sempurna dan pendinginan setelah proses pengelasan lebih cepat.
- d. Dari hasil pengujian kekerasan dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada titik pertama bagian logam las dengan jarak *gap* 1,6 mm yaitu sebesar 197,50 VHN. Sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada bagian *Base Metal* dengan jarak *gap* 2,4 mm yaitu 93,2 VHN yang disebabkan oleh pendinginan yang terlalu cepat, banyaknya fasa *Ferrit* sehingga mengakibatkan nilai kekerasan yang didapat paling rendah.

## 4.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah di lakukan ini, penulis masih menyadarai adanya kekurangan. Maka dari itu penulis memberi saran sebagai berikut :

- a. Untuk penelitian selanjutnya agar memilih material yang berbeda dari yang sudah pernah dilakukan.
- b. Dalam proses pengujian terutama pada saat pembentukan specimen uji tarik mencoba untuk menggunakan standart ASME yang lebih mudah dan simple.
- c. Untuk melakukan penelitian yang lebih lanjut tidak hanya pengujian struktur mikro dan sifat mekanik, tetapi bisa menggunakan pengujian SEM, Impact dan pengujian lainnya.
- d. Untuk penelitian selanjutnya perlu merubah variasi kampuh yang lebih baik lagi untuk dijadikan sebuah penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir Arifin dan Tommy Sulistyawan, 2017. *Peningkatan Kualitas Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Metode Taguchi*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Anggara Rio Vilda Bayu, 2015. Simulasi dan Analisa Pengaruh Jarak Gap Pengelasan Dengan Penambahan Build Up Pada Kuat Tarik, Deformasi Dan Structure Material. Surabaya : Institu Teknologi Sepuluh Novembar.
- ASTM E8/E8M, 2013. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials<sup>1</sup>*, American Society for Testing and Material. Amerika Serikat.
- Hendi Saputra dkk, 2014. *Pengaruh Pendinginan Terhadap Kekuatan Uji Tarik Baja ST-37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik (SMAW)*. Kalimantan Selatan : Universitas Lambung Mangkurat.
- Made Angga Priadi, Dkk, 2017. *Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Oxy-Acetylene Pada Material Baja St-37*. Indonesia : Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja.
- Masyrukan, 2006. Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prasetyawan Tommy, 2016. Analisa Kekuatan Pada Sambungan Las Baja ST37 Dengan Pengelasan SMAW Di Dalam Air Tawar, Air Laut Dan Di Darat. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sri Widharto, 2006. *Petunjuk Kerja LAS*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Wiryosumarto , H dan Okumura, T, 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.